

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Serial No.: TBA
Applicant: Olaf Winterhalter
Filed: Herewith
Title: HYDRODYNAMIC
BEARING FOR A SPINDLE
MOTOR

CERTIFICATE OF EXPRESS MAILING
EXPRESS MAIL Mailing Label Number EV 320045755 US
Date of Deposit: December 2, 2003
I hereby certify under 37 CFR 1.10 that this correspondence and
enumerated documents is caused to be deposited with the United States
Postal Service as "Express Mail Post Office to Addressee" with sufficient
postage on the date indicated above and is addressed to the Commissioner
for Patents, Mail Stop Patent Application, PO Box 1450, Alexandria, VA
22313-1450.
Name: Sarah Schlie
Signature: Sarah Schlie
Schulte Roth & Zabel, LLP

Group Art Unit: TBA

Examiner: TBA

Commissioner for Patents
Mail Stop Patent Application
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMISSION OF CERTIFIED JAPANESE PRIORITY DOCUMENT
UNDER 35 U.S.C. §119(b)

Sir:

As required by 35 U.S.C. §119(b), Applicant claims priority to the following documents:

German Application No. 102 56 449.3, filed December 3, 2002; and

German Application No. 103 05 633.5, filed February 11, 2003.

Enclosed herewith are certified copies of the priority documents.

Respectfully submitted,

Schulte Roth & Zabel LLP
Attorneys for Applicant
919 Third Avenue
New York, NY 10017
(212)756-2000

By Anna Vishev
Anna Vishev, Esq.
Reg. No. 45,018

Dated: December 2, 2003
New York, New York

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen:

102 56 449.3

Anmeldetag:

03. Dezember 2002

Anmelder/Inhaber:

Minebea Co. Ltd., a Japanese Corporation,
Tokio/JP

Bezeichnung:

Hydrodynamisches Lager für einen Spindelmotor

IPC:

H 02 K, F 16 C

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 9. Oktober 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

BOEHMERT & BOEHMERT

ANWALTSSOZietät

Boehmert & Boehmert · P.O.B. 15 03 08 · D-80043 München

Deutsches Patent- und Markenamt
Zweibrückenstraße 12
80297 München

DR.-ING. KARL BOEHMERT, PA (1899-1973)
DIPL.-ING. ALBERT BOEHMERT, PA (1902-1993)
WILHELM J. H. STAHLBERG, RA, Bremen
DR.-ING. WALTER HOORMANN, PA*, Bremen
DIPL.-PHYS. DR. HEINZ GODDAR, PA*, München
DR.-ING. ROLAND LIESEGANG, PA*, München
WOLF-DIETER KUNTZE, RA, Bremen, Alicante
DIPL.-PHYS. ROBERT MÜNZHUBER, PA (1931-1992)
DR. LUDWIG KOUKER, RA, Bremen
DR. (CHEM.) ANDREAS WINKLER, PA*, Bremen
MICHAELA HUTH-DIEG, RA, München
DIPL.-PHYS. DR. MARJON TONHARDT, PA*, Düsseldorf
DR. ANDREAS EBERT-WEIDENFELDER, RA, Bremen
DIPL.-ING. EVA LIESEGANG, PA*, München
DR. AXEL NORDEMANN, RA, Berlin
DIPL.-PHYS. DR. DOROTHEE WEBER-BRULS, PA*, Frankfurt
DIPL.-PHYS. DR. STEFAN SCHÖKE, PA, München
DR.-ING. MATTHIAS PHILIPP, PA*, Bielefeld
DR. MARTIN WIRTZ, RA, Düsseldorf
DR. DETMAR SCHÄFER, RA, Bremen
DR. JAN BERND NORDEMANN, LL.M., RA, Berlin
DR. CHRISTIAN CZYCHOWSKI, RA, Berlin
DR. CARL-RICHARD HAARMANN, RA, München
DIPL.-PHYS. CHRISTIAN W. APPELT, PA*, München

PROF. DR. WILHELM NORDEMANN, RA, Potsdam
DIPL.-PHYS. EDUARD BAUMANN, PA*, Hohenkirchen
DR.-ING. GERALD KLOPSCH, PA*, Düsseldorf
DIPL.-ING. HANS W. GROENDING, PA*, München
DIPL.-ING. SIEGFRIED SCHIRMER, PA*, Bielefeld
DIPL.-PHYS. LORENZ HANEWIDDEL, PA*, Paderborn
DIPL.-ING. ANTON FREIHERR RIEDERER V. PAAR, PA*, Landshut
DIPL.-ING. DR. JAN TONNIES, RA, Kiel
DIPL.-PHYS. CHRISTIAN BIEHL, PA*, Kiel
DIPL.-PHYS. DR.-ING. UWE MANASSE, PA*, Bremen
DIPL.-PHYS. DR. THOMAS L. BITTNER, PA*, Berlin
DR. VOLKER SCHMITZ, M. Juris (Oxford), RA, München, Paris
DR. ANKE NORDEMANN-SCHIFFEL, RA*, Potsdam
DIPL.-BIOL. DR. JAN B. KRAUSS, PA*, Berlin
DR. KLAUS TIM BROCKER, RA, Berlin
DR. ANDREAS DUSTMANN, LL.M., RA, Potsdam
DIPL.-ING. NILS T. F. SCHMID, PA*, München, Paris
DR. FLORIAN SCHWAB, LL.M., RA*, München
DIPL.-BIOCHEM. DR. MARKUS ENGELHARD, PA, München
DIPL.-CHEM. DR. KARL-HEINZ B. METTEN, PA*, Frankfurt
DIPL.-ING. DR. STEFAN TARUTTIS, PA, Düsseldorf
PASCAL DECKER, RA, Berlin
DIPL.-CHEM. DR. VOLKER SCHOLZ, PA, Bremen
DIPL.-CHEM. DR. JÖRK ZWICKER, PA, München
DR. CHRISTIAN MEISSNER, RA, München

In Zusammenarbeit mit/in cooperation with
DIPL.-CHEM. DR. HANS ULRICH MAY, PA*, München

PA - Patentanwalt/Patent Attorney
RA - Rechtsanwalt/Attorney at Law
* - European Patent Attorney
D - Maître en Droit
e - Licencié en Droit
D - Diplôme d'Etudes Approfondies en Conception de Produits et Innovation
Alle zugelassen zur Vertretung vor dem Europäischen Markenamt, Alicante
Professionel Representations at the Community Trademark Office, Alicante

Ihr Zeichen
Your ref.

Ihr Schreiben
Your letter of

Unser Zeichen
Our ref.

München,

Neuanmeldung

M30262(L)

03. Dezember 2002

Minebea Co., Ltd., a Japanese Corporation
18F Arco Tower
1-8-1 Shimo-Meguro
Meguro-ku
Tokyo 153 0064
Japan

Hydrodynamisches Lager für einen Spindelmotor

- 10 Die Erfindung betrifft bürstenlose Gleichstrommotoren der Bauart, die als Spindelmotoren in Plattenlaufwerken verwendet werden, und insbesondere ein hydraulisches Lager für solche Spindelmotoren.

Plattenlaufwerk-Systeme wurden in Computern und anderen elektronischen Einrichtungen seit vielen Jahren zum Speichern digitaler Information verwendet. Information wird auf kon-

- 21.352 -

Pettenkofferstraße 20-22 · D-80336 München · P.O.B. 15 03 08 · D-80043 München · Telephon +49-89-559680 · Telefax +49-89-347010

MÜNCHEN · BREMEN · BERLIN · DÜSSELDORF · FRANKFURT · BIELEFELD · POTSDAM · KIEL · PADERBORN · LANDSHUT · HÖHENKIRCHEN · ALICANTE · PARIS

<http://www.boehmert.de>

e-mail: postmaster@boehmert.de

zentrischen Speicherspuren einer magnetischen Platte aufgezeichnet, wobei die tatsächliche Information in Form magnetischer Übergänge in dem Plattenmedium gespeichert ist. Die Platten selbst sind drehbar auf einer motorisch angetriebenen Spindel montiert, wobei auf die Information mittels Wandlern zugegriffen wird, die auf einem Schwenkarm sitzen, der sich radial über die Oberfläche der Platte bewegt. Um einen fehlerfreien Informationsaustausch zu gewährleisten, müssen die Schreibe-/Leseköpfe oder Wandler exakt zu den Speicherspuren auf der Platte ausgerichtet sein. Voraussetzung für einen sicheren Datentransfer ist also eine stabile und präzise Drehlagerung der Spindel.

In bürstenlosen Gleichstrommotoren der beschriebenen Bauart, die als Spindelmotoren in Plattenlaufwerken eingesetzt werden, ist die angetriebene Spindel nach dem Stand der Technik traditionell mit Wälzlager drehgelagert. Laufgenauigkeit und Präzision werden dadurch erreicht, daß die Lager spielfrei verspannt eingebaut werden. Außerdem kommen Wälzkörper und Lagerringe mit eingengten Abmessungstoleranzen zum Einsatz. Systembedingte Nachteile, wie störende Abrollgeräusche und eingeschränkte Stoßfestigkeit, wurden bislang billigend in Kauf genommen.

Fluidlager oder hydrodynamische Lager stellen eine erhebliche Verbesserung gegenüber herkömmlichen Kugellagern in Spindelmotoren dar. Bei diesen Arten von Systemen dient ein Schmierfluid – Gas oder Flüssigkeit – zur Trennung der Lagerflächen zwischen einer feststehenden Basis oder Gehäuse und der drehenden Spindel oder Nabe des Motors. Flüssige Schmiermittel umfassen z.B. Öl, komplexere ferromagnetische Fluide oder sogar Luft wurden in hydrodynamischen Lagersystemen eingesetzt.

Hydrodynamische Lager haben gegenüber Kugellagern den Vorteil verbesserter Laufgenauigkeit höherer Stoßfestigkeit und geringerer Geräuschentwicklung.

Spindelmotoren für Datenträgerplatten, bei denen eine mit einem Rotor fest verbundene Motorwelle über ein hydrodynamisches Lagersystem gelagert ist, sind im Stand der Technik bekannt. Ein hydrodynamisches Lagersystem gemäß dem Stand der Technik besteht z.B. aus einer Lagerbuchse, die einseitig von einer Gegenplatte geschlossen sein kann. Innerhalb der Lagerbuchse befindet sich eine Motorwelle, die von einem Fluid, vorzugsweise einem Öl, umgeben ist. An der Innenfläche der Lagerbuchse oder an der Außenfläche der Motorwelle

sind ein oder mehrere Rillenmuster vorgesehen, die zur Erzeugung eines hydrodynamischen Lagerdrucks dienen.

Es sind ferner hydrodynamische Lager mit axialem Spurkuppenlager in Niederleistungs-
 Spindelmotoren bekannt, bei denen die axialen Lagerkräfte in einer Richtung durch Abstüt-
 5 zung des Lagers im Drehpunkt an einer Gegenplatte aufgenommen werden und die axiale
 Gegenkraft magnetisch erzeugt wird, beispielsweise durch das Zusammenwirken von Rotor
 und Stator. Diese Arten von hydrodynamischen Lagern haben jedoch eine sehr geringe axiale
 Steifigkeit, und ihre Verwendung beispielsweise in Festplattenlaufwerken ist problematisch,
 weil solche Anwendungen eine axiale Steifigkeit in beiden Axialrichtungen erfordern. Ander-
 10 rerseits haben hydrodynamische Lager mit axialen Spurkuppenlagern den Vorteil eines sehr
 geringen Reibungsverlusts und somit einer geringen Leistungsaufnahme.

Ein Beispiel eines hydrodynamischen Lagers gemäß dem Stand der Technik, wie er oben be-
 schrieben ist, ist aus dem U.S. Patent 4,934,836 bekannt.

Es ist eine Aufgabe der Erfindung, ein hydrodynamisches Lager für ein Spindelmotor, insbe-
 15 sondere zur Verwendung in einem Plattenlaufwerk, anzugeben, das mit geringer Verlustlei-
 stung und hohem Wirkungsgrad arbeitet und somit die Leistungsaufnahme des Spindelmotors
 insgesamt verringert. Gleichwohl soll das hydrodynamische Lager eine hohe radiale Steifig-
 keit im Betrieb sowie eine gute axiale Steifigkeit beim Anlaufen und Herunterfahren des
 Motors bereitstellen.

20 Diese Aufgabe wird durch ein hydrodynamisches Lager mit den Merkmalen von Anspruch 1
 gelöst.

Das erfindungsgemäße Lager umfaßt eine Welle und eine Lagerbuchse, welche die Welle mit
 geringem radialen Abstand umgreift. An einem Stirnende der Lagerbuchse ist ein Widerlager
 vorgesehen, das mit der Lagerbuchse drehfest verbunden ist. Erfindungsgemäß ist vorgese-
 25 hen, daß die Welle an ihrem dem Widerlager zugewandten Stirnende eine konische oder ko-
 nusähnliche Erweiterung aufweist, deren Breite in Richtung dieses Stirnendes der Welle zu-

nimmt. Dieses erweiterte Wellenende weist eine zur Drehachse der Welle schräg verlaufende Außenkontur auf, die in der entsprechend geformten Lagerbuchse aufgenommen ist. Erfindungsgemäß ist eine Rillenstruktur auf dem Außendurchmesser der Welle oder auf dem Innendurchmesser der die Welle umgreifenden Lagerbuchse ausgebildet, die ein hydrodynamisches Radiallager vorsieht. Die Rillenstruktur kann in einem gradlinigem Bereich oder im Bereich der Erweiterung der Welle ausgebildet sein. Dabei ist die Rillenstruktur derart geformt, daß sie einen Überdruck in dem Lagerfluid erzeugt, welches im Arbeitsspalt zwischen Rille und Lagerbuchse enthalten ist. Dieser Überdruck bewirkt im Betrieb, daß die Welle von dem Widerlager weggedrückt wird. Die durch den Überdruck erzeugte Kraft ergibt sich aus der Größe des Drucks mal der Fläche, auf welche dieser Druck wirkt. Im Bereich der konischen Erweiterung der Welle, die in radialer Richtung von der Welle absteht, heben sich die von dem Überdruck in axialer Richtung erzeugten Kräfte auf. Zu der im Bereich des Stirnendes der Welle erzeugten Kraft wird jedoch keine Gegenkraft erzeugt, so daß diese Kraft bewirkt, daß die Welle im Betrieb von dem Widerlager weggedrückt wird. Dadurch werden Reibungsverluste im Bereich des Stirnendes so weit minimiert, daß diese Verluste gegen Null gehen.

Im Bereich des Stirnendes der Welle kann auf den Flächen der konischen Erweiterung, welche dem Widerlager gegenüber liegen, zusätzlich ein axiales Drucklager durch Vorsehen einer entsprechenden Rillenstruktur ausgebildet werden. Die Rillenstruktur erzeugt beim Anlaufen und Abbremsen des Motors ein Druckpolster zur Bildung eines axialen Drucklagers. Wenn im Betrieb durch die Rillenstruktur des Radiallagers, wie oben beschrieben, ein Überdruck entsteht, wird die Welle jedoch durch die dadurch erzeugten Kräfte von dem Widerlager abgehoben, wodurch sich der Spalt zwischen Welle und Widerlager derart vergrößert, daß das axiale Drucklager nicht mehr zur Wirkung kommt.

Wenn die erfindungsgemäße Rillenstruktur auf dem Außenumfang der konischen Erweiterung ausgebildet wird, hat dies den zusätzlichen Vorteil, daß das dadurch gebildete hydrodynamische Lager eine radiale und eine zusätzliche axiale Lagerkomponente aufweist. Dadurch kann die axiale Steifigkeit des Lagers insgesamt weiter verbessert werden.

Der Überdruck kann erfindungsgemäß dadurch erzeugt werden, daß beispielsweise eine näherungsweise sinusförmige Rillenstruktur auf dem Außendurchmesser der Welle oder dem Innendurchmesser der Lagerbuchse ausgebildet wird, wobei jeweils ein Ast der Sinuskurve, der von dem Widerlager abgewandt ist, länger ist als der andere Ast der Sinuskurve, welcher dem Widerlager zugewandt ist. Dadurch kann die Rillenstruktur eine Pumpwirkung und somit den gewünschten Überdruck des Lagerfluids im Arbeitsspalt des hydrodynamischen Lagers erzeugen.

Die Erfindung ist im folgenden anhand einer bevorzugten Ausführungsform mit Bezug auf die Zeichnungen näher erläutert. In den Figuren zeigen

Fig. 1 eine Schnittdarstellung durch einen Spindelmotor, der Ausgangspunkt für die vorliegende Erfindung bildet;

Fig. 2 eine Schnittdarstellung durch einen Spindelmotor gemäß der Erfindung;

Fig. 3 ein Schnittmotor durch ein Spindelmotor zur Erläuterung der Rillenstruktur.

Der in Fig. 1 gezeigte Spindelmotor umfaßt einen Flansch oder eine Grundplatte 10 zur Befestigung an einem Plattenlaufwerk, das in der Figur nicht gezeigt wird. Der Flansch 10 ist drehfest mit einer Lagerbuchse 12 zur Lagerung einer Welle 14 verbunden. Ein Rotor 16 ist drehfest mit der Welle 14 verbunden und dreht relativ zu dem Flansch 10 und der Lagerbuchse 12. Ein Stator 18 ist mit dem Flansch 10 drehfest verbunden.

Der Rotor 16 umfaßt eine Nabe 20 und die Welle 14, welche coaxial an der Rotornabe befestigt ist. Ein Rotormagnet 22 ist mit der Innenseite einer Umfangswand der Rotornabe 20 verbunden, zum Beispiel mit dieser verpresst oder verklebt. Die Außenseite dieser Umfangswand der Rotornabe 20 ist so geformt, daß sie eine oder mehrere Magnetplatten (nicht gezeigt) halten kann.

Der Stator 18 umfaßt einen Kern 24 und Statorwicklung 26, die um den Kern 24 gewickelt sind. Stator 18 und Rotor 16 sind über einen konzentrischen Spalt 17 geringer Dicke, den Arbeitsluftspalt, zu einander beabstandet.

Die Lagerbuchse 12 ist einseitig durch eine Gegenplatte 30 verschlossen, die ein Widerlager für das umschlossene Ende 14' Welle 14 bildet.

Auf dem Stirnende 14' der Welle 14 ist eine Druckplatte 32 aufgepresst. Zwischen der Druckplatte 32 und dem durch die Gegenplatte 30 gebildeten Widerlager ist ein axiales Drucklager gebildet, wobei hierzu Rillen 34 auf der Oberfläche der Gegenplatte 30 ausgebildet sind. Ein oder mehrere Radiallager sind durch eine Rillenstruktur 36 gebildet, welche auf dem Außendurchmesser der Welle 14 oder dem die Welle 14 umschließenden Innendurchmesser der Lagerbuchse 12 vorgesehen sind. Im Betrieb wird durch die Rillenstruktur 36 zwischen der Welle 14 und der Lagerbuchse 12 ein radiales Drucklager gebildet. Die Rillenstruktur 34 ergibt ein axiales Drucklager zwischen der Gegenplatte 30 und der Druckplatte 32. Die Rillenstruktur kann in Form von Sinuskurven, Spiralen, Fischgrätenmustern oder auf andere Weise ausgebildet sein.

An dem von der Gegenplatte 30 abgewandten, offenen Stirnende 38 der Lagerbuchse 12 ist zwischen der Lagerbuchse 12 und der Welle 14 ein konischer Ringspalt 40 gebildet, der als eine sogenannte Kapillardichtung dient. Die Grundlagen solcher Kappillardichtung sind zum Beispiel in dem U.S. Patent Nr. 5,667,303 beschrieben. Der konische Freiraum bildet ein Ausdehnungsvolumen und Reservoir, das mit dem Lagerspalt 50 in Verbindung steht und in den das Lagerfluid aufsteigen kann, wenn der Fluidpegel bei zunehmender Temperatur ansteigt. Dadurch wird verhindert, das Lagerfluid aus der Lagerbuchse 12 austritt.

Bei dem in Fig. 1 gezeigten Spindelmotor entstehen im Bereich des axialen Drucklagers, das durch die Rillenstruktur 34 gebildet ist, im Betrieb relativ hohe Reibungsverluste, weil relativ große Flächen unter Bildung nur eines geringen Lager- oder Arbeitsspalt 33 zwischen diesen gegeneinander drehen. Die Verluste, welche in einem Spindelmotor auf Grund eines sol-

chen axialen Drucklagers erzeugt werden, betragen in etwa 50 % der Gesamtverluste des Motors. Ausgehend von der in Fig. 1 gezeigten Gestaltung ist es daher eine Aufgabe der Erfindung, die Reibungsverluste auf Grund des hydrodynamischen Lagers in dem Spindelmotor zu verringern.

- 5 Fig. 2 zeigt eine Schnittdarstellung durch ein Spindelmotor gemäß der Erfindung, wobei dieselben oder entsprechende Komponenten wie in Fig. 1 mit denselben Bezugszeichen bezeichnet und nicht nochmals beschrieben sind.

Bei der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsform weist die Welle 14 in der Nähe ihres der Gegenplatte 30 zugewandten Stirnendes 14' eine konische bzw. konusähnliche Erweiterung 42 auf. Bei der gezeigten Ausführungsform besteht die Erweiterung 42 aus einem Doppelkonus. Die Erweiterung könnte jedoch auch vollständig konisch, birnenförmig, kugelförmig oder ähnlich gestaltet sein. Wichtig ist bei der Gestalt der Erweiterung 42 der Welle 14, daß diese so ausgebildet ist, daß sie sowohl radiale als auch axiale Lagerkräfte aufnimmt. Bezüglich der möglichen Formen der Erweiterung 42 der Welle 14 wird ergänzend Bezug genommen auf
15 die deutsche Patentanmeldung 102 39 886.0.

Wie bei der Ausführungsform der Fig. 1 ist der Stirnseite der konischen Erweiterung 42 gegenüberliegend in der Gegenplatte 30 eine Rillenstruktur 34 zur Bildung eines axialen Drucklagers vorgesehen. Für die Realisierung des erfindungsgemäßen Spindel motors ist dieses axiale Drucklager nicht entscheidend. Die Erfindung könnte auch ohne die Rillenstruktur 34 realisiert werden, für das Anlauf- und Bremsverhalten des Motors kann diese Rillenstruktur 34 jedoch vorteilhaft sein.
20

Erfindungsgemäß ist im Bereich des Außenumfangs 44 der konischen Erweiterung 42 oder des Außenumfangs 46 des geradlinigen Abschnittes der Welle 14, entweder auf dem Außendurchmesser der Welle 14 oder auf dem Innendurchmesser der Lagerbuchse 12, eine Rillenstruktur (in der Figur nicht dargestellt) ausgebildet, die einen Überdruck in dem Lagerfluid 48 bildet, das sich in dem Spalt 50 zwischen Welle 14 und Lagerbuchse 12 befindet. Die Erzeu-
25

gung eines Überdrucks durch die Rillenstruktur wird dadurch erreicht, das die Rillenstruktur unsymmetrisch ausgebildet wird, wie im folgenden mit Bezug auf Fig. 3 noch erläutert sein wird.

Durch diesen Überdruck werden in dem hydrodynamischen Lager axiale Kräfte gemäß der Formel $\text{Kraft} = \text{Druck} \times \text{Fläche}$ erzeugt. Im Bereich der konischen Erweiterung 42 werden sich diese Kräfte in axialer Richtung aufheben, weil die in Richtung der Gegenplatte 30 erzeugte Kraft genauso groß sein wird wie die entgegengesetzte Kraft. Im Bereich des Stirnendes 14' der Welle 14 wird jedoch durch den Überdruck eine Kraft erzeugt, welche die Welle 14 von der Gegenplatte 30 weg anhebt, so daß zwischen der konischen Erweiterung 42 und der Lagerbuchse 12 ein enger Spalt 56 und zwischen der Gegenplatte 30 der Welle 14 ein relativ großer Spalt 58 entstehen wird. Durch den relativ großen Spalt 58 zwischen der Gegenplatte 30 und der Welle 14 entsteht eine weitgehend verlustfreie Relativbewegung von Welle 14 und Gegenplatte 30 in diesem Bereich. Die Schräge der konischen Erweiterung 42 hat die Wirkung, das zwischen der konischen Erweiterung 42 und der Lagerbuchse 12 ein hydrodynamisches Lager mit einer relativ kleinen axialen und einer relativ kleinen großen radialen Komponente (abhängig von der Steigung) erzeugt wird. Da radiale Drucklager eine wesentlich geringeren Energieverlust erzeugen als axiale Drucklager ist dieses Lager bezüglich der Verlustleistung wesentlich günstiger als beispielsweise das in Fig. 1 gezeigte durch die Druckplatte 32 gebildete axiale Drucklager.

Im Betrieb wird sich schließlich ein Druckgleichgewicht einstellen, das einen konstanten Überdruck aufrecht erhält, um die Welle 14 mit der konischen Erweiterung 42 in konstanten Abstand zu der Druckplatte 30 zu halten.

In der konischen Erweiterung 42 können, wie in Fig. 2 gezeigt, Fluidkanäle 49 vorgesehen sein, welche eine Zirkulation des Lagerfluids erlauben. Diese Fluidkanäle 49 sind für die Realisierung der Erfindung jedoch nicht notwendig und können auch weggelassen werden. Insbesondere wenn sich ergeben sollte, daß die Fluidkanäle 49 für den Druckaufbau im Lagerspalt 50 nachteilig sind, können diese auch weggelassen werden.

Fig. 3 zeigt eine geschnittene Teilansicht eines Spindelmotors, der ähnlich wie in Fig. 1 aufgebaut ist. Die Darstellung der Fig. 3 dient zur Erläuterung eines Beispiels, wie die Rillenstruktur im Bereich der Welle konzipiert sein kann, um den gewünschten Überdruck in dem Lagerfluid zu erzeugen. Fig. 3 wird daher nur in bezug auf diese Rillenstruktur beschrieben. Die übrigen Teile der Fig. 3 sind für die Erfindung nicht relevant.

Fig. 3 zeigt eine Lagerbuchse 12, die eine Welle 14 mit geringem radialem Abstand umgreift, wobei ein Arbeitsspalt 50 zwischen Lagerbuchse 12 und Welle 14 gebildet ist. Ebenfalls in Fig. 3 zu sehen sind eine Gegenplatte 30, welche die Lagerbuchse 12 abschließt, sowie eine Druckplatte 33, welche die gleiche Funktion hat wie in Fig. 1. Die Welle 14 weist zwei Rillenstrukturen 52, 54 auf, wobei jede Rille in etwa in Form einer Parabel oder eines Teils einer Sinuskurve ausgebildet ist. Die von der Gegenplatte 30 abgewandten Zweige der parabel- oder sinusförmigen Rillenstruktur 54 sind länger als die der Gegenplatte 30 zugewandten Arme. Dadurch erzeugt die Rillenstruktur 54 im Betrieb eine Pumpwirkung, die einen Überdruck in dem im Lagerspalt 50 enthaltenen Lagerfluid erzeugt. Dieser Überdruck, der im gesamten Bereich des Lagerspaltes 50, 56, 58 zwischen der Welle 14 und der Lagerbuchse 12, sowie zwischen der Druckplatte 32 und der Gegenplatte 30 in Fig. 3 herrscht, erzeugt gemäß dem Gesetz $\text{Kraft} = \text{Druck} \times \text{Fläche}$ entsprechende radialer und axialer Kräfte in dem Lager. Der Fachmann wird verstehen, daß sich die auf die Welle 14 wirkenden radialen Kräfte aufheben. Ebenfalls haben sich die auf die Druckplatte 32 wirkenden axialen Kräfte auf. Zu der auf das Wellenende 14' der Welle 14 wirkenden axialen Kraft wird jedoch keine Gegenkraft erzeugt, so daß der Überdruck die Wirkung hat, daß die Welle 14 von der Gegenplatte 30 weg gedrückt wird. Dieser Effekt wird bei dem erfindungsgemäßen Lager ausgenutzt.

Bezugszeichenliste

10	Flansch oder Grundplatte
12	Lagerbuchse
14	Welle
14'	Stirnende der Welle
16	Rotor
17	Arbeitsluftspalt
18	Stator
20	Nabe
22	Rotormagnet
24	Statorkern
26	Statorwicklung
28	Spalt
30	Gegenplatte
32	Druckplatte
33	Lager- oder Arbeitsspalt
34	Rillenstruktur
36	Rillenstruktur
38	Stirnende
40	Ringspalt
42	Erweiterung der Welle
44	Außenumfang der konischen Erweiterung
46	Außenumfangs des geradlinigen Abschnitt

- 48 Lagerfluid
- 49 Fluidkanal
- 50 Lager- oder Arbeitsspalt
- 52 Rillenstruktur
- 54 Rillenstruktur
- 56,58 Spalt

BOEHMERT & BOEHMERT

ANWALTSSOZIOZETÄT

Boehmert & Boehmert - P.O.B. 15 03 08 - D-80043 München

Deutsches Patent- und Markenamt
Zweibrückenstraße 12
80297 München

DR.-ING. KARL BOEHMERT, PA (1899-1972)
DIPL.-ING. ALBERT BOEHMERT, PA (1902-1993)
WILHELM J. H. STAHLBERG, RA, Bremen
DR.-ING. WALTER HOORMANN, PA*, Bremen
DIPL.-PHYS. DR. HEINZ GODDAR, PA*, München
DR.-ING. ROLAND LIESEGANG, PA*, München
WOLF-DIETER KUNTZE, RA, Bremen, Alicante
DIPL.-PHYS. ROBERT MÜNZER, PA (1931-1992)
DR. LUDWIG KOUKER, RA, Bremen
DR. (CHEM.) ANDREAS WINKLER, PA*, Bremen
MICHAELA HUTH-DIERIG, RA, München
DIPL.-PHYS. DR. MARION TONHARDT, PA*, Düsseldorf
DR. ANDREAS EBERT-WEIDENFELLER, RA, Bremen
DIPL.-ING. EVA LIESEGANG, PA*, München
DR. AXEL NORDEMANN, RA, Berlin
DIPL.-PHYS. DR. DOROTHEE WEBER-BRULS, PA*, Frankfurt
DIPL.-PHYS. DR. STEFAN SCHOPE, PA*, München
DR.-ING. MATTHIAS PHILIPP, PA*, Bielefeld
DR. MARTIN WITZ, RA, Düsseldorf
DR. DETMAR SCHÄFER, RA, Bremen
DR. JAN BERND NORDEMANN, LL.M., RA, Berlin
DR. CHRISTIAN CZYCHOWSKI, RA, Berlin
DR. CARL-RICHARD HAARMANN, RA, München
DIPL.-PHYS. CHRISTIAN W. APFELT, PA*, München

PROF. DR. WILHELM NORDEMANN, RA, Potsdam
DIPL.-PHYS. EDUARD BAUMANN, PA*, Hohenkirchen
DR.-ING. GERALD KLOPFSCH, PA*, Düsseldorf
DIPL.-ING. HANS W. GROENING, PA*, München
DIPL.-ING. SIEGFRIED SCHIRMER, PA*, Bielefeld
DIPL.-PHYS. LORENZ HANWINKEL, PA*, Paderborn
DIPL.-ING. ANTON FREIHERR RIEDERER V. PAAR, PA*, Landshut
DIPL.-ING. DR. JAN TONNIES, PA, RA, Kiel
DIPL.-PHYS. CHRISTIAN BIEHL, PA*, Kiel
DIPL.-PHYS. DR.-ING. UWE MANASSE, PA*, Bremen
DIPL.-PHYS. DR. THOMAS L. BITTNER, PA*, Berlin
DR. VOLKER SCHMITZ, M. Juris (Oxford), RA, München, Paris
DR. ANKE NORDEMANN-SCHIFFEL, RA*, Potsdam
DIPL.-BIOL. DR. JAN B. KRAUSS, PA*, Berlin
DR. KLAUS TIM BROCKER, RA, Berlin
DR. ANDREAS DUSTMANN, LL.M., RA, Potsdam
DIPL.-ING. NILS T. F. SCHMID, PA*, München, Paris
DR. FLORIAN SCHWAB, LL.M., RA*, München
DIPL.-BIOCHEM. DR. MARKUS ENGELHARD, PA, München
DIPL.-CHEM. DR. KARL-HEINZ B. METTEN, PA*, Frankfurt
DIPL.-ING. DR. STEFAN TARUTTIS, PA, Düsseldorf
PASCAL DECKER, RA, Berlin
DIPL.-CHEM. DR. VOLKER SCHOLZ, PA, Bremen
DIPL.-CHEM. DR. JÖRK ZWICKER, PA, München
DR. CHRISTIAN MEISSNER, RA, München

In Zusammenarbeit mit/in cooperation with
DIPL.-CHEM. DR. HANS ULRICH MAY, PA*, München

PA - Patentanwalt/Patent Attorney
RA - Rechtsanwalt/Attorney at Law
* - European Patent Attorney
o - Maître en Droit
o - Licencié en Droit
o - Diplôme d'Etudes Approfondies en Conception de Produits et Innovation
Alle zugelassen zur Vertretung vor dem Europäischen Markenamt, Alicante
Professional Representation at the Community Trademark Office, Alicante

Ihr Zeichen
Your ref.

Ihr Schreiben
Your letter of

Unser Zeichen
Our ref.

München,

Neuanmeldung

M30262(L)

03. Dezember 2002

Minebea Co., Ltd., a Japanese Corporation
18F Arco Tower
1-8-1 Shimo-Meguro
Meguro-ku
Tokyo 153 0064
Japan

Hydrodynamisches Lager für einen Spindelmotor

10 Patentansprüche

1. Hydrodynamisches Lager für einen Elektromotor, insbesondere einen Spindelmotor, mit einer Welle (14) und einer Lagerbuchse (12), welche die Welle (14) mit geringem radialen Abstand umgreift, und einem Widerlager (30) an einem Stirnende der Lagerbuchse (12), das mit der Lagerbuchse (12) drehfest verbunden ist, wobei zwischen der Welle (14) und

- 21.358 -

Pettenkoferstraße 20-22 · D-80336 München · P.O.B. 15 03 08 · D-80043 München · Telefon +49-89-559680 · Telefax +49-89-347010

MÜNCHEN · BREMEN · BERLIN · DÜSSELDORF · FRANKFURT · BIELEFELD · POTSDAM · KIEL · PADERBORN · LANDSHUT · HOHENKIRCHEN · ALICANTE · PARIS

<http://www.boehmert.de>

e-mail: postmaster@boehmert.de

der Lagerbuchse (12) ein Lagerspalt 50 gebildet ist, der mit einem Lagerfluid gefüllt ist, und wobei die Welle (14) an ihrem dem Widerlager (30) zugewandten Stirnende (14') eine konische oder konusähnliche Durchmessererweiterung (42) aufweist, deren Breite in Richtung des Stirnendes (14') der Welle (14) zunimmt, und mit Mitteln zum Erzeugen eines Überdrucks in dem Lagerfluid.

2. Hydrodynamisches Lager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel zum Erzeugen eines Überdrucks eine Rillenstruktur (36) umfassen, die auf dem Außendurchmesser der Welle (14) oder auf dem Innendurchmesser der die Welle (14) umgreifenden Lagerbuchse (12) ausgebildet ist.

3. Hydrodynamisches Lager nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Rillenstruktur (36) mehrere näherungsweise sinusförmige Rillen aufweist, wobei jede sinusförmige Rille auf dem Außendurchmesser der Welle (14) oder dem Innendurchmesser der Lagerbuchse (12) so angeordnet ist, daß sie einen von dem Widerlager (30) abgewandten Ast und einen dem Widerlager (30) zugewandten Ast aufweist, wobei der von dem Widerlager abgewandte Ast länger ist als der der Widerlager zugewandte Ast.

4. Hydrodynamisches Lager nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Rillenstruktur (36) Teil eines hydrodynamischen Radiallagers ist.

5. Hydrodynamisches Lager nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die konische oder konusähnliche Erweiterung (42) ein Doppelkonus aufweist.

6. Hydrodynamisches Lager nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die konische oder konusähnliche Erweiterung (42) ein auf die Welle (14) aufgebrachtes Bauteil ist, das mit dem Stirnende (14') der Welle (14) bündig abschließt.

7. Hydrodynamisches Lager nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in der konischen oder konusähnlichen Erweiterung (42) Kanäle (49) für die Zirkulation des Lagerfluids ausgebildet sind.

8. Hydrodynamisches Lager nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in einem Bereich des Widerlagers (30), welcher der konischen oder konusähnlichen Erweiterung (44) gegenüberliegt, eine Rillenstruktur (34) ausgebildet ist.

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein hydrodynamisches Lager für einen Elektromotor, insbesondere einen Spindelmotor, mit einer Welle und einer Lagerbuchse, welche die Welle mit geringem radialen Abstand umgreift, und einem Widerlager an einem Stirnende der Lagerbuchse, das mit der Lagerbuchse drehfest verbunden ist, wobei die Welle an ihrem dem Widerlager zugewandten Stirnende eine konische oder konusähnliche Durchmessererweiterung aufweist, deren Breite in Richtung des Stirnendes der Welle zunimmt, und wobei ein zwischen der Welle und der Lagerbuchse gebildeter Lagerspalt mit einem Lagerfluid gefüllt ist, und mit Mitteln zum Erzeugen eines Überdrucks in dem Lagerfluid.

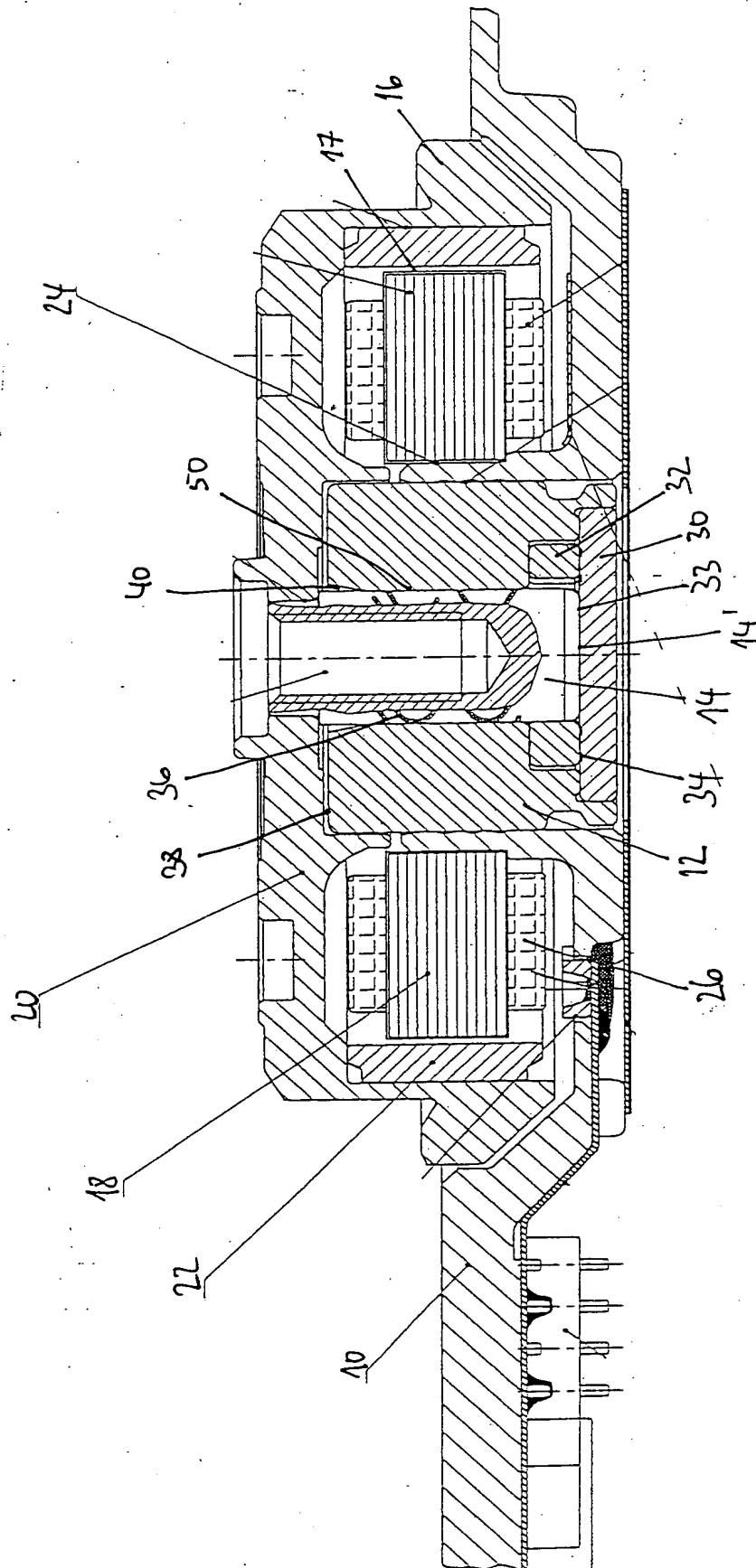


Fig. 1

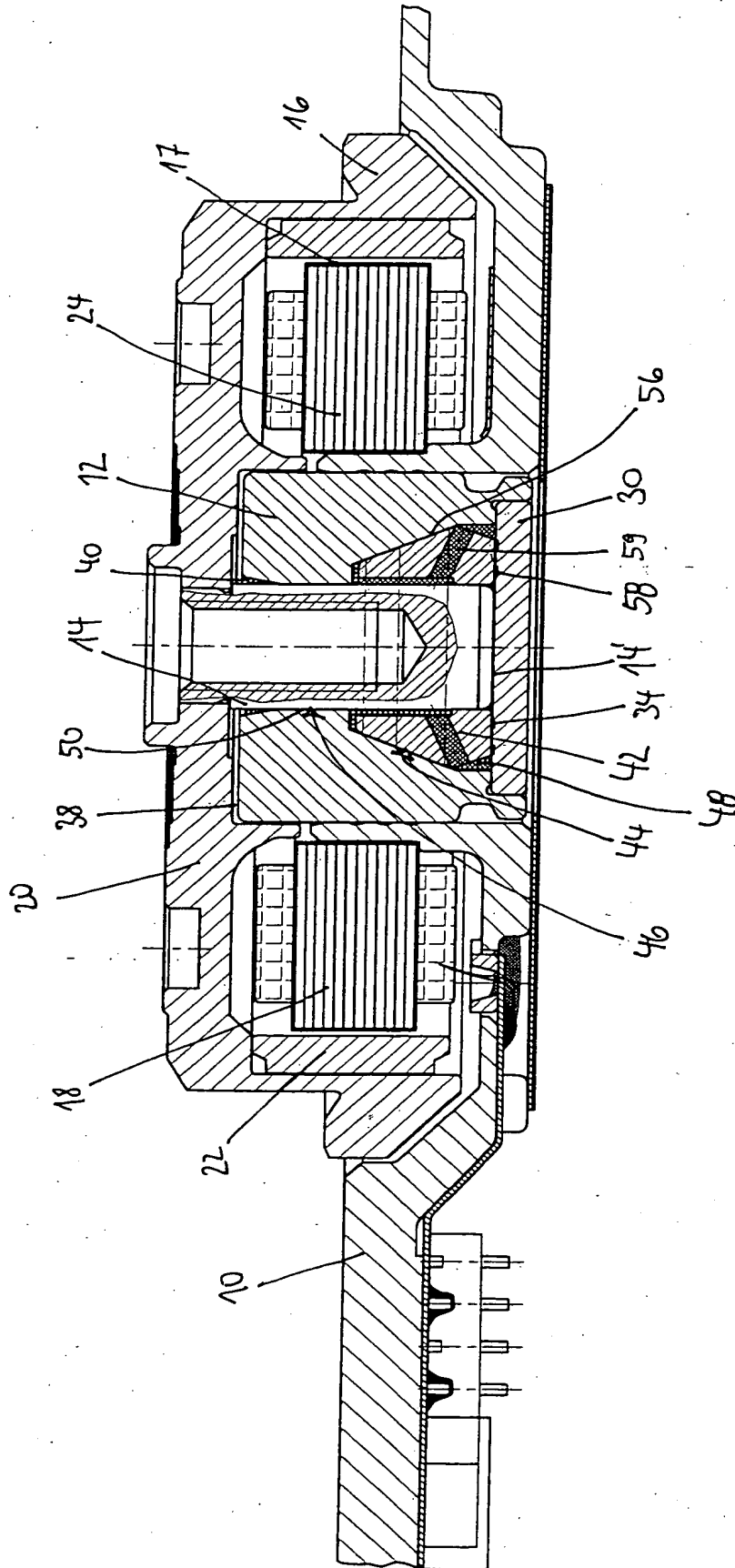


Fig. 2

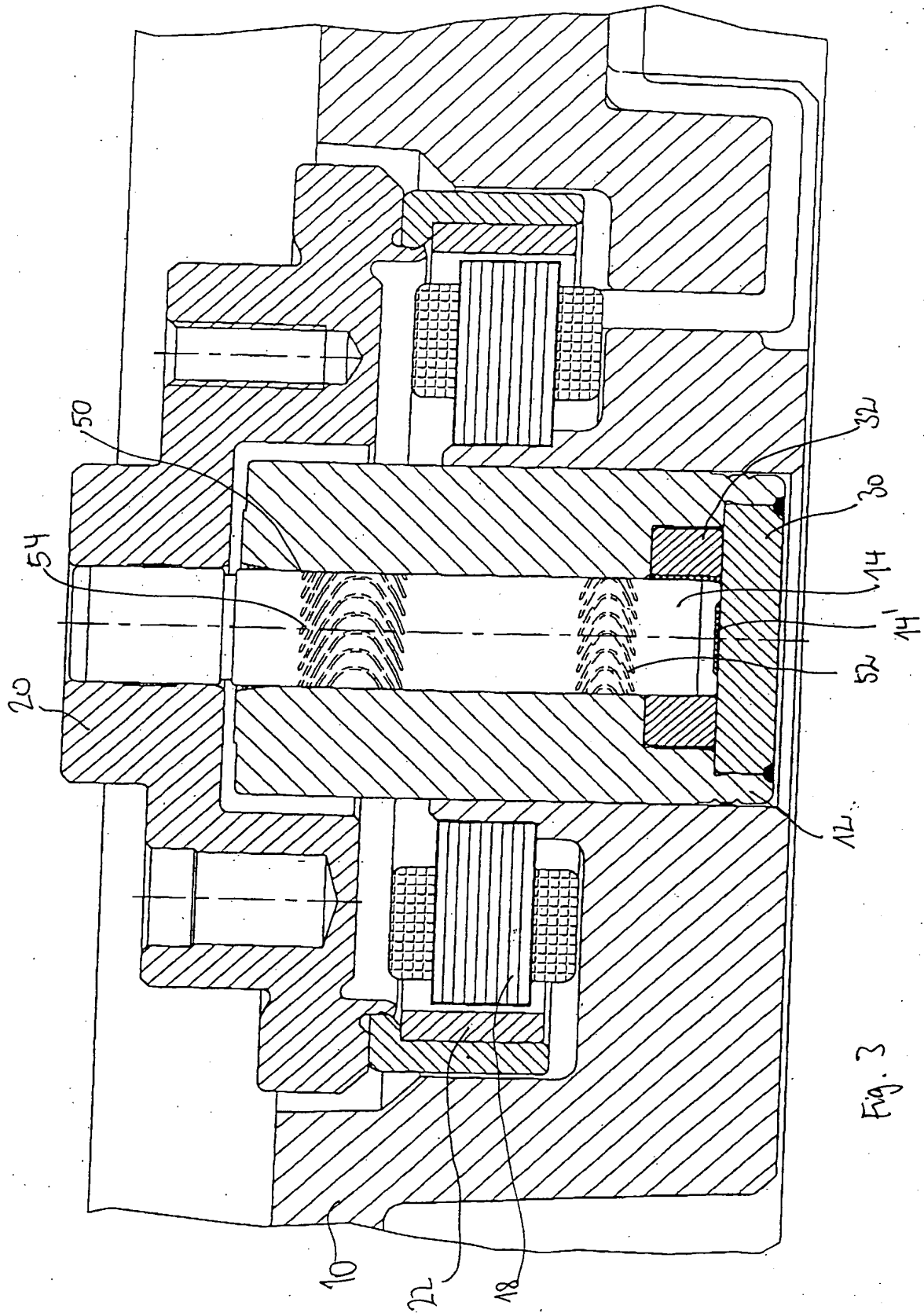


Fig. 3